

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол
№13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная графика
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
09.03.03 «Прикладная информатика»
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в области обработки данных
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
Очно-заочная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.04 Компьютерная графика относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-8. Способен разрабатывать лингвистическое, информационное и программное обеспечение ИС (ИИС) и сопровождающую его документацию	ПК-8.1. Демонстрирует знание современных языков и систем программирования, формализмов описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях, требований к технической документации на все виды обеспечения ИС (ИИС).	Знать синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня; базовые структуры данных, средства компьютерной графики; знать современные графические библиотеки; информационные системы и ресурсы по компьютерной графике	Контрольные вопросы, тест Лабораторная работа
	ПК-8.2. Применяет современные языки и системы программирования, формализмы описания знаний на концептуальном и инфологическом уровнях при разработке лингвистического, информационного и программного обеспечения ИИС и сопровождающей ее документации.	Уметь уметь запустить графическую систему; находить необходимое базовое графическое обеспечение ИС;	

	ПК-8.3. Имеет практический опыт разработки лингвистического, информационного и программного обеспечения конкретной ИС (ИИС) и сопровождающей ее документации.	Владеть навыками решения практических задач обработки графической информации; навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки и проектирования программного обеспечения; навыками работы в графических системах;	
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	49
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	95
Промежуточная аттестация –зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение. Компьютерная графика в информационных системах	7	2	0	0	2	5
Теория цвета. Цвет и цветовые модели	9	2	1	0	3	6
Принципы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя	6	0	1	0	1	5
Обработка изображений, фильтры	11	3	1	0	4	7
Параметрические полиномиальные кривые и поверхности	10	2	1	0	3	7
Базовые растровые алгоритмы	9	3	1	0	4	5

Основные алгоритмы вычислительной геометрии	8	2	1	0	3	5
Фракталы. Метод систем итеративных функций	5	0	0	0	0	5
Координатный метод в компьютерной графике	11	4	1	0	5	6
Графический 3d-конвейер и синтез изображений	12	4	1	0	5	7
Методы текстурирования	9	2	1	0	3	6
Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL	8	0	1	0	1	7
Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен	10	2	2	0	4	6
Удаление невидимых элементов. Тени. Оптимизация вычислений	8	2	1	0	3	5
Шейдеры в 3d-графике	9	0	2	0	2	7
Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров	11	4	1	0	5	6
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация –зачет						
Итого	144	32	16	0	49	95

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа проходит в форме лабораторных работ

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественн	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	вследствие отказа обучающегося от ответа			ошибок	ых ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	-------	---------------------------------------------------------

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
<ol style="list-style-type: none"> 1. Компьютерная графика в информационных системах. Классификация разделов компьютерной графики в широком смысле. 2. Теория цвета. Цвет и цветовые модели. Классификация моделей и их использование в графических форматах. 3. Принципы, API, классы и методы программирования 2d-графики и графического интерфейса пользователя для .NET Framework 4. Обработка изображений, фильтры точечные и матричные, методы матморфологии в обработке изображений. 5. Параметрические полиномиальные кривые и поверхности. Сплайны Безье и NURBS. 6. Базовые растровые алгоритмы. Алгоритм Брезенхэма. 7. Основные алгоритмы вычислительной геометрии 8. Фракталы геометрические и алгебраические. Метод систем итеративных функций. 9. Координатный метод в компьютерной графике. Однородные координаты. Структура матрицы преобразования. Классификация проекций. 10. Перспективные проекции. Классификация. Геометрическая интерпретация коэффициентов матрицы. 11. Математические основы захвата трехмерного движения объекта по плоским изображениям. 12. Графический 3d-конвейер и синтез изображений. Архитектура вершинного и пиксельного (фрагментного) шейдеров. Шейдеры и графический конвейер. 13. Методы текстурирования. Линейная, билинейная, трилинейная и анизотропная фильтрация. Bump-mapping и normal-mapping. Антиалиасинг. 14. Базовые программные средства 3D-графики. OpenGL (или DirectX: что изучалось) 15. Локальные модели освещения. Понятия Lighting и Shading. 16. Глобальное моделирование освещения. Основные понятия и подходы. Трассировка лучей. Излучательность (Radiosity). Метод фотонных карт (Photon-mapping). 17. Методы и алгоритмы трехмерной графики. Реалистичная визуализация 3d-сцен 18. Удаление невидимых элементов. Тени. 19. Подходы к оптимизации вычислений в компьютерной графике 20. Визуализация в реальном времени и использование шейдерных языков в 3d-графике 21. Методы моделирования природных объектов и явлений с применением шейдеров 22. Научная визуализация и метод Volume Rendering. 	ПК-8

--	--

5.2.2. Темы лабораторных работ и примеры вопросов для индивидуального собеседования по итогам лабораторных работ:

- 1) «Цветовые модели». Преобразование изображения из модели RGB в HSV
 - a. Какие средства были выбраны для реализации пользовательского интерфейса и почему?
 - b. Какие структуры данных были использованы для хранения изображения?
- 2) «Обработка изображений». Реализация простейших точечных и матричных фильтров, инструментов математической морфологии
 - a. Чем отличается точечный фильтр от матричного?
 - b. От чего зависит производительность применения фильтра?
 - c. Какие ограничения накладываются на ядро матричного фильтра?
 - d. Как можно обрабатывать граничные пиксели изображения в случае матричного фильтра?
- 3) «Моделирование и визуализация трехмерных полигональных сцен с помощью OpenGL. Текстурирование простых объектов»
 - a. Диапазон значений текстурных координат?
 - b. Как вычисляются текстурные координаты?
 - c. Какие способы сглаживания текстур вы знаете?
 - d. Что такое MIP текстурирование?
 - e. Как с помощью текстуры создать иллюзию более сложной формы предмета? Технология bump mapping.
- 4) «Трассировка лучей на графическом процессоре с использованием GLSL»
 - a. Какой шейдер должен выполнять основной алгоритм трассировки лучей и почему?
 - b. Какие структуры данных обеспечивают трассировку лучей?
 - c. Чем отличаются текстуры от буферов в GLSL?
 - d. Какие особенности GLSL отражаются на реализации алгоритма трассировки лучей?
 - e. Какова структура шейдерной программы?
 - f. Чем отличаются алгоритмы пересечения луча с треугольником?

5.2.3 Тестовые вопросы

1. Тип вопроса: одиночный выбор

Выберите правильный вариант утверждения:

Ядро звездчатого полигона для выпуклого полигона -

- a) не существует
- b) совпадает с центром полигона
- c) совпадает с самим полигоном

2. Тип вопроса: одиночный выбор

За какое время можно декомпозировать на монотонные части произвольный полигон, имеющий n вершин.

Варианты ответа:

- a) $O(n^3)$
- b) $O(n^2)$
- c) $O(n \cdot \log n)$

- d) $O(n)$
- e) $O(1)$

Восприятие цвета глазом человека обеспечивают специальные клетки

- колбочки
- палочки
- нейроны

1. Тип – одиночный выбор.

Задача: Желтый при белом свете лист бумаги осветили синим цветом. Какой цвета листа мы при этом увидим?

- Синий
- Зеленый
- Красный
- Белый
- Черный
- Малиновый

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1) Курс: Турлапов В.Е. «Компьютерная графика ДО» <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=804>.
- 2) Курс: Александр Куликов, Тамара Овчинникова. Алгоритмические основы современной компьютерной графики, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/info>)
- 3) Курс: Денис Боголепов, Вадим Турлапов. Компьютерная графика в инженерном анализе и научной визуализации, ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/587/443/info>)

б) дополнительная литература:

- 1) Труды конференций Графикон <http://www.graphicon.ru/>
- 2) Курс: Андрей Семенов. Программирование графических процессоров с использованием Direct3D и HLSL (<http://www.intuit.ru/studies/courses/1120/175/info>)
- 3) Курс: Создание графических моделей с помощью Open Graphics Library(OpenGL). ИНТУИТ (<http://www.intuit.ru/studies/courses/2313/613/info>)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- 1) Компьютерная графика. Алгоритмические основы растровой графики (лекция по фильтрации изображений, предполагает регистрацию на сайте ИНТУИТ).
<http://www.intuit.ru/department/graphics/rastrgraph/8>
- 2) Курс "Введение в компьютерное зрение" 2015 (ВМК МГУ)
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLbwKcm5vdiSZGvD9tL4bxj9zXlGfgWstZ>
- 3) Библиотека OpenTK <https://github.com/opentk/opentk>
- 4) Спецификации OpenGL и GLSL <https://www.opengl.org/>

5) Timothy J. Purcell. Ray Tracing on a Stream Processor. 2004

http://graphics.stanford.edu/papers/tpurcell_thesis

6) Martin Christen. Ray Tracing on GPU. <http://www.clockworkcoders.com/ogls/rt>

7) Fast 3D triangle-box overlap testing.

http://www.cs.lth.se/home/Tomas_Akenine_Moller/pubs/tribox.pdf

обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), проведения лабораторных работ, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению (профилю) **09.03.03 Прикладная информатика**

Авторы _____ В.Е. Турлапов, А.А. Белокаменская

Рецензент (ы): _____ Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой _____ Р.Г. Стронгин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

30.11.2022 года, протокол № 3